

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi, Taksonomi, Kandungan Kimia dan Khasiat dari Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Brokoli (*Brassica oleraceae* L. cv. Group *Broccoli*) digolongkan ke keluarga kubis-kubisan. Brokoli cocok ditanam di dataran tinggi yang lembab, diatas 700 m dpl. Keadaan tanah untuk lahan penanaman brokoli harus gembur, kaya bahan organik, subur, tidak mudah tergenang air, pH tanah 5,5-6,5 dan memiliki pengairan yang cukup. Brokoli tidak tahan hujan yang terus menerus. Ciri kerusakan brokoli menjadi kekuning-kuningan dan berbintik hitam jika membusuk (Van der Vosen, 1993).

Kualitas brokoli ditentukan dari kepadatan, warna, keutuhan, dan diameter bunga. Daya tahan brokoli rendah setelah dipanen kuncup bunganya cepat membuka dan berkembang. Warna bunga juga berubah dari hijau ke kuning yang menandai adanya kandungan vitamin C dalam brokoli yang teroksidasi (Safaryani, 2007). Kedudukan taksonomi brokoli dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kedudukan Taksonomi Brokoli

Tingkatan	Brokoli
Kingdom	Plantae
Divisi	Spermathophyta
Sub divisi	Angiospermae
Class	Dicotyledoneae
Ordo	Brassicales
Famili	Brassicaceae
Genus	Brassica
Spesies	<i>Brassica oleraceae</i> L.

Sumber : Cahyana (2001)

Brokoli terdiri dari bunga-bunga kecil berwarna hijau pada kubis bentuknya kompak. Tangkai brokoli juga lebih panjang serta setelah perebusan brokoli akan lebih lunak teksturnya (Dalimartha, 2000). Tiap bunga pada brokoli terdiri dari 4 mahkota bunga, 4 kelopak, 6 benang sari, dan bakal buah. Diameter bunga brokoli antara 15-20 cm. Panjang akar serabut brokoli mencapai 60-70 cm, akar lateral memiliki panjang 20-30 cm (Rukmana, 1994). Berikut gambar brokoli dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Brokoli

B. Kandungan Gizi Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Komposisi kandungan lainnya yaitu sulforafan, sianohidroksibutena, kuersetin, iberin, dan kaempferol yang dapat merangsang pembentukan glutathione. Komponen bioaktif lain dalam brokoli yang berfungsi sebagai antikanker adalah glukosinolat. Struktur dasar glukosinolat ini terdiri dari beberapa grup yaitu, grup β -D-thioglukosa, grup sulfonat dan ikatan sisi turunan dari metionin, fenilalanin, triptofan atau ikatan cabang dari asam

amino (Moreno dkk., 2006). Komposisi kandungan gizi pada brokoli dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kandungan Gizi pada Brokoli Setiap 100 Gram

Nutrisi	Kandungan	Nutrisi	Kandungan
Energi	34,00 kkal	Kalsium	47,00 mg
Karbohidrat	6,64 g	Tembaga	0,05 mg
Protein	2,82 g	Besi	0,73 mg
Lemak	0,37 g	Magnesium	21,00 mg
Kolesterol	0,00 mg	Mangan	0,21 mg
Serat pangan	2,60 mg	Selenium	2,50 mcg
Folat	63,00 mcg	Zinc	0,41 mg
Niasin	0,64 mg	Natrium	33,00 mg
Asam pantotenat	0,57 mg	Kalium	316,00 mcg
Piridoksin	0,18 mg	B-karoten	361,00 mcg
Riboflavin	0,12 mg	B-crypto-xanthan	1, 00 mcg
Tiamin	0,07 mg	Lutein-zeaxanthan	1403,00 mcg
Provitamin A	623, 00 IU	Air	89,30 %
Vitamin C	89,20 mg	Kadar Abu	0,87 %
Vitamin K	0,17 mg		
Vitamin E	101, 60 mcg		

Sumber : USDA (2016)

Sayur brokoli berisi komponen glukosinolat berkisar 3,46 – 3,60 $\mu\text{mol/g}$ yang berguna bagi metabolisme enzim dalam melindungi DNA dari kerusakan. Perlindungan DNA dari kerusakan berhubungan dengan adanya kandungan glukosinolat di dalam sayuran. Tingginya konsumsi sayur dari jenis kol berhubungan mengurangi risiko kanker, terutama paru-paru dan berbagai organ di dalam saluran pencernaan. Literatur epidemiologi menunjukkan untuk hipotesisnya bahwa semakin tinggi mengkonsumsi sayur brokoli dapat menurunkan resiko kanker prostat (Moreno dkk., 2006).

Komponen glukosinolat yang paling banyak terdapat yaitu sulforafan, *phenethyl isothiocyanate*, *allyl isothiocyanate*, dan *indole-3-carbinol*. Tetapi, banyak *isothiocyanate* lain yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit yang juga

berperan dalam antikarsinogenik (Moreno dkk., 2006). Penelitian yang dilakukan Adhita (2010) brokoli dengan perlakuan perebusan suhu 100 °C meningkatkan kandungan asam askorbat dalam brokoli semula 27,31 mg/1000 g menjadi 110,58 % dan aktivitas antioksidan brokoli naik hingga 129,20 % dari brokoli segar 43,91 %. Komponen brokoli yang berkontribusi memberikan bau langu pada brokoli yaitu glukosinolat yang mengandung sulfur (Moreno dkk., 2006).

Kandungan lain yang terdapat dalam brokoli yaitu serat. Serat pangan pada tumbuhan merupakan sisa dari dinding sel tumbuhan yang tidak terhidrolisis oleh enzim pencernaan manusia. Berdasarkan kelarutan serat pangan terbagi menjadi dua yaitu serat pangan terlarut dan serat pangan tidak terlarut (Santoso, 2011). Fungsi serat bagi tubuh membantu dalam penyerapan dan pembuangan sisa-sisa yang ada di dalam saluran pencernaan. Kandungan serat yang terdapat di dalam brokoli yaitu 2,6 mg (Sari, 2014).

Hubarat (2012) berpendapat brokoli memiliki manfaat yang digunakan untuk pemenuhan gizi terkait dengan kesehatan tubuh. Beberapa keuntungan brokoli bagi tubuh, yaitu menurunkan resiko jantung dan stroke, mengurangi resiko katarak, mencegah anemia, mencegah kanker kerongkongan, kanker perut, kanker usus besar, kanker paru-paru, kanker payudara, dan mengurangi resiko spina bifida (gangguan kelainan tulang belakang). Menurut Dalimartha (2000) selain sebagai antioksidan brokoli bermanfaat untuk mencegah konstipasi (sembelit) dan berbagai gangguan pencernaan yang lain.

C. Kandungan Vitamin C Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Brokoli mengandung antioksidan salah satunya adalah vitamin C. Vitamin C atau asam askorbat adalah vitamin sederhana, mudah teroksidasi. Struktur kimia terdiri rantai 6 atom C serta kedudukan tidak stabil ($C_6H_8O_6$) (Safaryani dkk., 2007). Vitamin C tumbuhan sebagai metabolit sekunder karena terbentuk dari glukosa melalui jalur asam D-glukoronat dan L-gulonat (Manito, 1981).

Penelitian yang dilakukan oleh Mitchell dkk., (2009), kandungan vitamin C dalam brokoli segar berkisar 57,35 – 110,30 mg/100 g. Data yang diperoleh dari *United States Department of Agriculture* (USDA) (2016), menyatakan kandungan dalam brokoli sebesar 89,2 mg/100 g. Hasil yang bervariasi disebabkan karena faktor iklim, pasca panen, kondisi tanah, penanganan dan proses distribusi (Mitchell dkk., 2009).

Pemasakan dengan melibatkan panas sebagai proses pengolahan yang banyak dilakukan. Cara-cara yang dilakukan antara lain perebusan, pengukusan, dan penumisan. Perebusan merupakan proses pemasakan dalam air mendidih 100 °C (Williams, 1979). Proses perebusan lebih cepat daripada dikukus karena terjadi kontak langsung antara sayur dengan medium air panas yang digunakan untuk merebus, sehingga suhu pemasakan lebih merata. Akibatnya, degradasi dinding sel dan kehilangan sifat turgor sel lebih cepat terjadi, sehingga air dapat berdifusi ke dalam sel (Aisyah dkk., 2014).

Ekstraksi merupakan pemisahan komponen suatu bahan seperti vitamin, protein, zat warna dengan metode pemanasan komponen akan mudah larut

(Suyitno, 1989). Stabilitas vitamin C dipengaruhi udara dan faktor-faktor lain seperti pemasakan (Almatsier 2002, dan Winarno, 2004). Vitamin C atau asam askorbat disebut sebagai antioksidan non enzimatis yang larut dalam air. Sebagai antioksidan, vitamin C mendonorkan elektronnya (Levine dkk., 1995). Vitamin C mencegah senyawa-senyawa lain agar tidak teroksidasi, tetapi vitamin C sendiri akan teroksidasi dengan bantuan enzim asam askorbat oksidase dan menghasilkan asam dehidroaskorbat (Padayatty, 2003).

Vitamin C sebagai zat penangkap radikal bebas langsung bereaksi dengan anion superoksida, radikal hidroksil, oksigen singlet dan peroksida lipid. Sebagai agen reduktor asam askorbat mendonorkan satu elektron membentuk semidehidroaskorbat yang tidak bersifat reaktif kemudian mengalami reaksi disproporsionasi membentuk dehidroaskorbat yang terdegradasi membentuk asam oksalat dan asam treonat (Adawiah dkk., 2015; Suhartono dkk., 2007).

D. Kandungan Antioksidan Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Antioksidan merupakan zat yang dapat mencegah atau menunda inisiasi prooksidan mengoksidasi substrat (Qureshi dan Parvesh, 2007). Tubuh membutuhkan antioksidan yang berguna melindungi dari ancaman radikal bebas. Produksi radikal bebas yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan membran sel, kerusakan asam deoksiribonukleat (DNA) dan ketidakaktifan sistem enzim (Porth, 2007).

Menurut Sayuti dan Yenrina (2015) ada beberapa jenis pengelompokan antioksidan, diantaranya antioksidan enzimatis dan antioksidan non

enzimatis. Berdasarkan fungsi dan mekanismenya terbagi dalam antioksidan primer, antioksidan sekunder, dan antioksidan tersier. Antioksidan primer yaitu antioksidan yang mengikuti mekanisme pemutusan rantai reaksi radikal dengan mendonorkan atom hidrogen dimana antioksidan primer bersifat sebagai pemutus rantai ikatan. Antioksidan sekunder bekerja dengan cara mengkelat logam yang bertindak sebagai prooksidan, menangkap radikal dan mencegah terjadi reaksi berantai yang berfungsi pengikat ion logam, penangkap oksigen, pengurai hidropersida, penyerap radiasi UV atau deaktivasi singlet oksigen. Antioksidan tersier yaitu antioksidan yang memperbaiki kerusakan biomolekul yang disebabkan radikal bebas.

Cara memenuhi kebutuhan antioksidan dengan mengonsumsi sayuran. Brokoli sebagai sumber antioksidan yang diperoleh dari vitamin dan glukosinolat, serta isotiosianat menunjukkan bahwa brokoli sebagai sumber antikarsinogenik (Jeffrey dan Jarrell, 2001). Glukosinolat bukan bioaktif secara langsung, tetapi hidrolisis produknya dapat sebagai antikanker, contohnya sulforafan sebagai hidrolisis produk dari glukosinolat glukorafanin (Zhang dan Talalay, 1994). Indol-3-karbinol juga produk hidrolisis dari glukosinolat glukobrasikin dapat mencegah sebagai antikanker payudara (Lindsay dan Astley, 2002).

Brokoli merupakan salah satu jenis sayuran yang bersifat antioksidan. Karotenoid adalah tetraterpenoid C_{40} yang berguna sebagai pigmen tumbuhan dimana karotenoid yang penting yaitu lutein (Yuliani, 2012). Lutein adalah zat kimia tanaman non-gizi yang bersifat protektif. Lutein sebagai salah satu

penyumbang kandungan antioksidan kemudian diikuti dengan glukosinolat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa brokoli memiliki kandungan antioksidan lutein paling tinggi dibandingkan dengan kubis, kembang kol, dan kecambah. Sing dkk., (2007), melakukan penelitian terhadap 6 kultivar brokoli menghasilkan kandungan lutein 0,41 – 1,02 mg/kg bobot basah.

Penelitian lain yang dilakukan USDA (2009), kandungan lutein di dalam brokoli 1403 mcg / 100 g. Penelitian lain yang dilakukan Yuliani (2012) kadar lutein di dalam brokoli sebesar 86,16 mg / 100 g sampel basah brokoli. Penelitian yang dilakukan Sahamishirazi dkk., (2018) kandungan total glukosinolat dalam brokoli diperoleh 3,46 - 3,60 μ mol/g.

E. Pengertian Permen Jelly

Permen atau kembang gula yang dalam bahasa Inggris disebut *candy*. Penamaan permen disebabkan komponen utama permen adalah gula yang diberi bahan tambahan lain dan dicetak (Hidayat dan Ikariztiana, 2004). Menurut SNI (2008) permen merupakan jenis makanan selingan berbentuk padat dibuat dari gula atau pemanis lain atau campuran gula dengan pemanis lain dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain yang diizinkan. Komposisi bahan permen dibagi dalam tiga kategori yaitu *hard candy*, *jelly*, coklat, dan *caramel* (Muchtadi, 1989).

Charley dan Weaver (1982), menambahkan konsentrasi gula dalam adonan permen sebagai faktor yang menentukan konsistensi produk. Prinsip kerja dalam pembuatan produk permen yaitu pemanasan yang berfungsi menguapkan kelebihan air di dalam produk. Lama waktu pemasakan

menentukan banyaknya air yang diuapkan sebagai penentu konsistensi produk permen.

Permen *jelly* adalah permen yang dibuat dari sari buah serta bahan pembentuk gel, kenampakan transparan, dan tekstur kenyal (Hidayat dan Ikariztiana, 2004). Permen *jelly* sebagai produk pangan semi basah mengandung kadar gula yang tinggi serta penambahan bahan lain seperti *emulsifier*, *flavour*, gelatin, yang dibutuhkan untuk mempengaruhi sifat kimia dan fisik selama proses pembuatan permen (Shallenberger dan Birch, 1975).

Syarat mutu permen *jelly* berdasarkan SNI 3547.2-2008 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Kembang Lunak berdasarkan SNI 3547.2-2008

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Bukan <i>Jelly</i>	<i>Jelly</i>
1	Keadaan			
1.1.	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)
2.	Kadar Air	% fraksi massa	Maks.7,5	Maks. 20,0
3.	Kadar Abu	% fraksi massa	Maks. 2,0	Maks. 3,0
4.	Gula reduksi (dihitung sebagai gula inversi)	% fraksi massa	Maks. 20,0	Maks. 25,0
5.	Sakarosa	% fraksi massa	Min. 35,0	Min. 27,0
6.	Cemaran Logam			
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0
6.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
7.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0
8.	Cemaran Mikrobia			
8.1	AngkaLempeng Total	Koloni/g	Maks. 5×10^2	Maks. 5×10^4
8.2	Bakteri <i>coliform</i>			
8.3	<i>E.coli</i>	APM/g	Maks. 20	Maks. 20
8.4	<i>S.aureus</i>	APM/g	<3	<3

8.5	Salmonella	Koloni/g	Maks.1 x10 ² negatif / 25 g	Maks.1 x 10 ² negatif/ 25 g
8.6	Kapang/ Khamir	Koloni/g	Maks. 1 x 10 ²	Maks.1 x 10 ²

Sumber : (SNI 3547.2-2008)

F. Pengertian, Peran dan Struktur Sukrosa

Sukrosa adalah disakarida yang berperan dalam pengolahan makanan yang dapat diperoleh dari tebu. Industri makanan menggunakan sukrosa sebagai campuran bahan dalam jumlah banyak digunakan bentuk sukrosa (bening). Pemanasan dan pelarutan gula membentuk sirup glukosa, sehingga sebagian sukrosa terurai menjadi glukosa dan fruktosa, yang disebut gula *invert* (Winarno, 2004). Gula sukrosa adalah molekul terdiri dari 12 atom karbon, 11 atom hidrogen, dan 11 atom oksigen (deMan, 1997). Sukrosa berubah menjadi dua molekul monosakarida dengan cara hidrolisis yang menghasilkan glukosa dan fruktosa (deMan, 1989).

Sukrosa mudah larut pada rentang suhu yang lebar. Penelitian yang dilakukan Winata dan Susanto (2015), menunjukkan konsentrasi suhu yang efektif kelarutan sukrosa pada suhu 80 °C. Sukrosa menjadi bahan yang baik untuk sirup atau bahan makanan yang mengandung gula karena sifat kelarutannya (deMan, 1989).

Sukrosa mudah larut dalam air serta kelarutannya meningkat dengan dilakukan pemanasan. Titik leleh sukrosa pada suhu 160 °C yang berupa cairan jernih, tetapi pemanasan selanjutnya berubah warna menjadi cokelat atau dikenal dengan proses pencokelatan (Buckle, *et al.*, 1987). Marthur (1975) menambahkan bahwa suhu tinggi 190 °C – 220 °C menyebabkan sukrosa mengalami pembentukan karamel berwarna gelap. Sukrosa

menghasilkan asam asetat, CO, aseton, CO₂ bila terjadi pemanasan lebih lanjut.

Menurut Pinus (1989) sukrosa berfungsi memberikan rasa manis, pengawet, serta menurunkan aktivitas air yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Gula yang ditambahkan dengan konsentrasi minimal 40 % padatan terlarut akan mengakibatkan tidak tersedia pangan bagi pertumbuhan mikroorganisme (Buckle dkk., 1987).

Proses pemasakan permen *jelly* memerlukan kondisi yang sesuai agar membentuk tekstur permen *jelly* yang baik. *Setting time* merupakan waktu pemanasan dengan penggunaan suhu yang rendah, sehingga menghasilkan permen *jelly* yang ideal. *Setting time* penting untuk menentukan kelarutan sukrosa. Bahan pemanis sebagai penyeimbang gelatin dan air dalam pembuatan permen *jelly*. Kadar air dalam bahan akan berkurang bila kadar gula tinggi. Gula mengikat air, dan air sedikit yang tidak terikat digunakan gelatin sebagai penguat gel yang akan dibentuk (Fennema, 1995).

G. Pengertian Sirup Glukosa

Sirup glukosa adalah produk olahan dari selulosa, umbi-umbian melalui hidrolisis menggunakan asam kuat atau enzim (Achyadi dkk., 2004). Penambahan gula kadar yang tinggi mampu menyerap dan mengikat air sehingga mikrobia tidak tumbuh (Tjokroadikoesoemo, 1986). Sirup glukosa digunakan dalam industri permen, selai, dan pengalengan buah-buahan karena sirup glukosa berfungsi untuk mengatur tingkat dan kecepatan proses kristalisasi dan meningkatkan viskositas permen *jelly* sehingga tidak lengket

(Hidayat dan Ikarisztiana, 2004) Penggunaan sirup glukosa dapat mencegah kerusakan pada permen karena kandungan fase cair dari permen memiliki konsentrasi bahan kering sebesar 75-76 % dari berat permen, kondisi ini diperoleh dengan melarutkan gula (Hidayat dan Ikarisztiana, 2004).

Menurut Sudaryati dan Mulyani (2003), penambahan sirup glukosa optimal pada pembuatan permen *jelly* jeruk keprok sebesar $\frac{1}{4}$ bagian sukrosa. Hidayat dan Ikarisztiana (2004), berpendapat penambahan sirup glukosa pada pembuatan permen *jelly* jeruk dengan perbandingan gula : sirup glukosa : sari buah yaitu 4:1:1.

H. Pengertian Gelatin

Gelatin merupakan produk dari hidrolisis parsial kolagen. Gelatin berfungsi sebagai *gelling agent* (bahan pembuat gel). Bahan utama pembuatan gelatin dari sapi (kulit dan tulang), babi (kulit), dan ikan (kulit) (Hastuti dan Sumpe, 2007). Gelatin adalah polimer dari asam amino, yang ada di dalam kolagen jaringan kulit dan tulang hewan (Matz, 1962). Menurut Poppe (1992), gelatin berfungsi penstabil (*stabilizer*), pembentuk busa (*whipping agent*), pengemulsi (*emulsifier*), pengikat (*binder agent*), pengikat viskositas (*viscosity agent*), *finning agent*, *crystal modifier*, dan pengental (*thickener*).

Menurut Glicksman (1982), gelatin dapat mengembang membentuk gelembung-gelembung besar jika kontak dengan air dingin. Gelatin ketika dipanaskan suhu mencapai 71 °C akan larut karena agregat molekul pecah dan terbentuk dispersi koloid makromolekul. Gelatin mengandung asam

amino, glisin, dan rendah lemak. Gelatin kering mengandung 84 % - 86 % protein, 8 % - 12 % air, dan 2 % - 4 % mineral (Grobben dkk., 2004).

I. Pengertian Asam Sitrat

Asam sitrat sebagai pengatur keasaman mempunyai fungsi bermacam-macam. Industri makanan dan minuman menggunakan asam sitrat untuk mempertegas cita rasa dan warna. Hui (1992), pengaturan pH yang tepat mempercepat pertumbuhan mikroba serta membantu zat antioksidan terjadinya reaksi pencokelatan. Asam sitrat merupakan asam organik yang warna putih, berasa masam pada buah-buahan seperti nanas, limau yang berfungsi menetralkan basa yang dilakukan dengan cara fermentasi gula. Kristal asam sitrat berasa asam, tidak berwarna, tidak berbau, cepat larut dalam air (Hidayat dan Ikarisztiana, 2004).

Asam sitrat ($C_6H_8O_7$) dalam industri makanan, minuman, dan obat-obatan banyak digunakan. Industri minuman menggunakan asam sitrat sebagai pemberi rasa, pengatur pH, pencegah rusaknya rasa dan aroma, pengawet, sebagai pemberi kesan rasa dingin, dan sebagai antioksidan. Dalam industri makanan dan permen, asam sitrat digunakan sebagai pemacu rasa, penginversi sukrosa, penghasil warna gelap (Bizri dan Wahem, 1994).

Keberhasilan dalam membuat permen *jelly* bergantung dari derajat keasaman atau pH. Penambahan asam sitrat digunakan untuk menurunkan Nilai pH. Asam sitrat dalam adonan permen *jelly* sebesar 0,5 % (Sudaryati dan Mulyani, 2003).

J. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Permen *Jelly*

1. Suhu

Suhu erat kaitannya dengan daya larut gula. Winarno (2002), menyatakan konsentrasi sukrosa meningkat bila diuapkan. Karamelisasi sukrosa terjadi ketika suhu melampaui titik leburnya yaitu 160 °C. Daya larut gula dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Suhu dan Daya Larut Gula

Suhu (°C)	Daya larut
20	67,1
50	72,4
100	84,1

Sumber : Buckle dkk., 1987

2. Kristalisasi

Proses kristalisasi menentukan tekstur permen, namun dapat menyebabkan *granning*. *Granning* menyebabkan tekstur permen menjadi kasar di lidah. Pencegahan proses kristalisasi dapat menggunakan bahan sirup glukosa dan gula *invert* (Honig, 1963). Beberapa faktor yang berpengaruh yaitu kejenuhan kelarutan, suhu, kecepatan nisbi kristal dan larutan, sifat permukaan kristal, dan sifat konsentrasi zat pencemar (Smythe, 1971).

3. Kadar air

Air berperan penting dalam produk pangan sebagai penentu *acceptability* (penerimaan) dan daya tahan suatu produk. Kandungan air dalam bahan pangan berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme yang dinyatakan sebagai Aw. Aw adalah jumlah air bebas yang terdapat

di dalam bahan pangan yang menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme (Winarno, 2002).

4. Mikrobia

Mikrobia sebagai penyebab kerusakan yang terjadi dalam produk permen. Jenis mikrobia tersebut yaitu kapang dan khamir yang tergolong fungi. Fungi terdiri dari 2 kelompok, yaitu *yeast* dan jamur. *Yeast* menyukai lingkungan pH rendah, suhu sedang dan lingkungan aerobik (Fardiaz, 1992). Khamir melakukan fermentasi pada produk berbahan dasar gula dibawah 75 %, sedangkan kapang dipengaruhi oleh adanya pengembunan produk akibat perubahan suhu. Faktor yang dapat mengendalikan kerusakan bahan pangan akibat mikroorganisme antara lain kadar air, suhu, kadar oksigen, derajat kontaminasi mikroorganisme pembusuk, kadar oksigen, dan keberadaan zat penghambat pertumbuhan (Desrosier, 1988).

K. Hipotesis

1. Variasi konsentrasi ekstrak brokoli dan sukrosa berpengaruh terhadap kualitas permen *jelly* ekstrak brokoli (sifat fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik).
2. Variasi konsentrasi optimal permen *jelly* variasi ekstrak brokoli dan sukrosa adalah 60 : 40